

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 呼気を内部に吹き込ませた呼気採取容器と、呼気を呼気試料として吸着する捕集管と、この捕集管に対する冷却により前記呼気試料を吸着させるとともに加熱により当該呼気試料を脱離させる冷却・加熱部と、この冷却・加熱部によって脱離した呼気試料を貯留する貯留部と、この貯留部に貯留されている呼気試料を一定量引き抜いて当該呼気試料に含まれる成分を検知するガス検知器と、吸引用のポンプと、前記呼気採取容器内の呼気を前記捕集管を通して前記ポンプで吸引する呼気吸引流路と、キャリアガスを前記捕集管を通過させて前記貯留部に充満させるキャリアガス流路と、前記呼気吸引流路及びキャリアガス流路の中から任意の少なくとも一つを選択可能とした流路切り換え部と、を備えた呼気分析装置。

【請求項 2】 呼気を内部に吹き込ませた呼気採取容器と、呼気を呼気試料として吸着する捕集管と、この捕集管に対する冷却により前記呼気試料を吸着させるとともに加熱により当該呼気試料を脱離させる冷却・加熱部と、この冷却・加熱部によって脱離した呼気試料を貯留する貯留部と、この貯留部に貯留されている呼気試料を一定量引き抜いて当該呼気試料に含まれる成分を検知するガス検知器と、吸引用のポンプと、前記呼気採取容器内の呼気を前記捕集管を通して前記ポンプで吸引する第一の呼気吸引流路と、前記貯留部内の呼気試料を前記ポンプで吸引する第二の呼気吸引流路と、キャリアガスを前記捕集管を通過させて前記貯留部に充満させる第一のキャリアガス流路と、キャリアガスを前記捕集管を通過させて更に前記貯留部を通過させる第二のキャリアガス流路と、前記第一及び第二の呼気吸引流路並びに第一及び第二のキャリアガス流路の中から任意の少なくとも一つを選択可能とした流路切り換え部と、を備えた呼気分析装置。

【請求項 3】 前記呼気採取容器は、一回の呼気採取ごとに洗浄可能とした呼気採取装置貯留容器である、請求項 1 又は 2 記載の呼気分析装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、医療分野、健康産業、飲酒運転取締り、麻薬捜査等において、呼気中に含まれる成分を分析する呼気分析装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、例えば特開平 6-58919 号公報に記載されているように、被検者の呼気を採取して分析を行う呼気分析装置が開発されている。呼気分析装置は、例えば、医療分野における臨床検査用の呼気分析や患者の病態の監視、産業分野における作業環境の測定や室内環境の測定、警察分野における飲酒運転取締りや麻薬取締り、消防分野における火災原因調査、健康産業分野における健康管理等、広範な分野にて使用される

ものである。

【0003】この呼気分析装置は、ガスクロマトグラフィーを用いたものであり、装置本体に付設され外周部がヒータで被覆された長さ 1.5m 程度の呼気採取管と、呼気採取管の端部に四方電磁バルブを介してそれぞれ接続された二本のキャリアガス流路と、この四方電磁バルブに接続された空気ボンベと、各キャリアガス流路の一部に設けられたサンプル計量部とを備えている。

【0004】この各サンプル計量部の下流側には、三方電磁バルブ及び排気管を介して接続された呼気導入用ポンプ（吸引ポンプ）が装備されている。また、前述した各三方電磁バルブに各々並列に且つ相互に独立して接続された、二つの分離カラム等を備えている。

【0005】そして、被検者から呼気を採取して分析を行う場合には、被検者が呼気採取管の内部へ呼気を吐出すると、呼気採取管へ吐出された呼気が呼気導入用ポンプにより装置外部へ排出される一方、呼気の一部が呼気試料として各サンプル計量部に充満する。次いで、各サンプル計量部に空気ボンベからキャリアガスを送り込むと、各計量部に充満している呼気試料が各分離カラムへ送り込まれた後、各呼気試料は、各成分ガスの保持時間の違いにより分離される。この後、所定の演算処理により呼気分析が行われる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】例えば、糖尿病や動脈硬化などでは脂質過酸化によりペンタンの呼気中濃度が増加するが、その濃度値は高々 pg/mL オーダである。ところが、従来の呼気分析装置では、例えば、分析できる成分の限界が ng/mL オーダであるので、ペンタン等の pg/mL オーダの低濃度成分は分析することができないという問題があった。

【0007】この問題を解決するために、本発明者は、呼気試料を濃縮して分析するという新しい呼気分析装置を考え出した。この呼気分析装置は、呼気採取バッグ内の呼気を呼気試料として捕集管に濃縮し（以下、「濃縮捕集」という。）、続いてその捕集管に対して加熱・脱離を行い、ガスクロマトグラフィーを用いて呼気試料を分析する（以下、「濃縮分析」という。）ものである。

【0008】ガスクロマトグラフィーでは、成分を分離するカラム、分離された成分を検出する検出器、検出データを演算処理するデータ処理器等が必要となる。検出器は、水素炎イオン化検出器や熱伝導度検出器等である。データ処理器は、マイクロコンピュータ及びその周辺装置からなり、呼気試料を注入してから各成分の分別帯が出るまでのキャリアガスの容積（保持容量）又はその時間（保持時間）により定性分析を行ない、ピーク面積又はピーク高さから定量分析を行なう。

【0009】しかしながら、この新しい呼気分析装置にも、次のような問題があった。

【0010】①、濃縮分析装置とは別に、捕集管に呼気

を濃縮するための濃縮捕集装置が必要である。そのため、少なくとも二台の装置が必要となるので、全体として大型化及び高価格化を招く。しかも、捕集管を移し変える際に、捕集管の脱着に手間がかかる。

【0011】②. 濃縮分析では、一検体につき一本の捕集管が必要である。したがって、大量の捕集管を必要とする。しかも、捕集管は一本ごとに吸着剤の充填状態が微妙に異なるため、充填状態に起因するノイズが分析精度を低下させる。また、一度使用した捕集管を再び使用するには、吸着剤の残留物を除去するために、捕集管に対して加熱しながらキャリアガスを流す工程（以下、「コンディショニング」という。）が必要となる。大量の捕集管にコンディショニングを行うには、捕集管の脱着も含めてたいへんな手間がかかる。

【0012】③. ガスクロマトグラフィーを用いることから、装置の大型化及び高価格化を招く。その理由は、カラム、恒温槽、検出器、データ処理等は、その占める空間が大きく、しかも高価であるためである。

【0013】④. ガスクロマトグラフィーを用いることから、作業が長時間化する。その理由は、恒温槽や検出器の立ち上げ時間が長いこと、及び、保持時間の差を利用するという測定原理のためである。

【0014】⑤. ガスクロマトグラフィーを用いることから、作業が複雑化する。理由(1). カラムや検出器に対して、恒温槽の温度やキャリアガスの流量等が一定になるように管理する必要があるからである。理由(2). カラムは、劣化による交換が必要であるとともに、分析対象ごとに異なった種類を選定し、しかも各種類ごとに異なる温度やキャリアガス流量にする必要があるからである。理由(3). 検出器は、極めて少量の成分を電気信号に変換するという測定原理のため、清掃等を頻繁に行う必要があるからである。

【0015】

【発明の目的】そこで、本発明の目的は、濃縮捕集及び濃縮分析を行う呼吸分析装置の諸問題を解決できる、呼吸分析装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明に係る呼吸分析装置は、呼吸を内部に吹き込ませた呼吸採取容器と、呼吸を呼吸試料として吸着する捕集管と、この捕集管に対する冷却により前記呼吸試料を吸着させるとともに加熱により当該呼吸試料を脱離させる冷却・加熱部と、この冷却・加熱部によって脱離した呼吸試料を貯留する貯留部と、この貯留部に貯留されている呼吸試料を一定量引き抜いて当該呼吸試料に含まれる成分を検知するガス検知器と、吸引用のポンプと、前記呼吸採取容器内の呼吸を前記捕集管を通して前記ポンプで吸引する第一の呼吸吸引流路と、前記貯留部内の呼吸試料を前記ポンプで吸引する第二の呼吸吸引流路と、キャリアガスを前記捕集管を通過させて前記貯留部に充填させる第一のキャリアガ

ス流路と、キャリアガスを前記捕集管を通過させて更に前記貯留部を通過させる第二のキャリアガス流路と、前記第一及び第二の呼吸吸引流路並びに第一及び第二のキャリアガス流路の中から任意の少なくとも一つを選択可能とした流路切り換え部とを備えたものである。

【0017】〔1. 呼吸の濃縮〕流路切り換え部によって第一の呼吸吸引流路を選択し、冷却・加熱部により捕集管を冷却しつつ、ポンプを作動する。このとき、呼吸は、呼吸採取バッグ→捕集管→ポンプ→排出と流れる。これにより、呼吸が呼吸試料として捕集管に吸着される。

【0018】〔2. 濃縮した呼吸試料の加熱脱離〕続いて、冷却・加熱部により捕集管を加熱しつつ、流路切り換え部によって第一のキャリアガス流路を選択する。このとき、キャリアガスは、捕集管14→貯留部と流れる。捕集管から脱離した呼吸試料も、キャリアガスとともに流れ、貯留部内に貯留される。

【0019】〔3. ガス検知器による分析〕続いて、ガス検知器を用いて、貯留部に貯留されている呼吸試料を一定量引き抜き、この呼吸試料に含まれる成分を検知する。この呼吸試料のキャリアガスに対する濃度は、濃縮されていない呼吸成分をキャリアガスとともに流す場合に比べて、はるかに高くなっている。つまり、ガス検知器では、呼吸中にわずかしき含まれていない低濃度成分でも、十分に分析可能となる。

【0020】〔4. 貯留部内の呼吸試料の排気〕続いて、流路切り換え部によって第二の呼吸吸引流路を選択し、ポンプを作動する。このとき、呼吸試料は、貯留部→ポンプ→排出と流れる。これにより、貯留部内に残留している呼吸試料が排出される。

【0021】〔5. 捕集管のコンディショニング〕続いて、冷却・加熱部により捕集管を加熱しつつ、流路切り換え部によって第二のキャリアガス流路を選択してキャリアガスを流す。キャリアガスは、捕集管→貯留部→排出と流れる。これにより、捕集管の残留物が除去される。

【0022】〔6. 貯留部内のパージ〕続いて、流路切り換え部によって第二の呼吸吸引流路を選択し、ポンプを作動することにより、前述の〔4. 貯留部内の呼吸試料の排気〕と同じ動作を行う。続いて、流路切り換え部によって第一のキャリアガス流路を選択する。このとき、キャリアガスは、捕集管→貯留部と流れる。これらの動作を複数回繰り返すことにより、新たな呼吸の分析準備が完了する。

【0023】なお、第二の呼吸吸引流路及び第二のキャリアガス流路を省略することにより、簡素化を図ったものとしてもよい。ただし、この場合は、何らかの手段により、貯留部内の呼吸試料の排気、捕集管のコンディショニング、貯留部内のパージ等を行う必要がある。

【0024】

【発明の実施の形態】図1乃至図4は本発明に係る呼吸分析装置の第一実施形態を示す構成図であり、図1は第一の呼吸吸引流路に切り換えた状態を示し、図2は第一のキャリアガス流路に切り換えた状態を示し、図3は第二の呼吸吸引流路に切り換えた状態を示し、図4は第二のキャリアガス流路に切り換えた状態を示している。図1乃至図4において、太い実線は配管を示し、破線は電気信号の流れを示す。以下、これらの図面に基づき説明する。

【0025】本実施形態の呼吸分析装置10は、呼吸Aを内部に吹き込ませた呼吸採取容器としての呼吸採取バッグ12と、呼吸Aを呼吸試料a（図示せず）として吸着する捕集管14と、捕集管14に対する冷却により呼吸試料aを吸着させるとともに加熱により呼吸試料aを脱離させる冷却・加熱部16と、冷却・加熱部16によって脱離した呼吸試料aを貯留する貯留部18と、貯留部18に貯留されている呼吸試料aを一定量引き抜いて呼吸試料aに含まれる成分を検知するガス検知器20と、吸引用のポンプ22と、呼吸採取バッグ12内の呼吸Aを捕集管14を通してポンプ22で吸引する第一の呼吸吸引流路24（図1）と、貯留部18内の呼吸試料aをポンプ22で吸引する第二の呼吸吸引流路26（図3）と、キャリアガスCを捕集管14を通過させて貯留部18に充填させる第一のキャリアガス流路28（図2）と、キャリアガスCを捕集管14を通過させて更に貯留部18を通過させる第二のキャリアガス流路30（図4）と、第一及び第二の呼吸吸引流路24、26並びに第一及び第二のキャリアガス流路28、30の中から任意の少なくとも一つを選択可能とした流路切り換え部32とを備えたものである。

【0026】呼吸採取バッグ12は、被験者が吐出した呼吸Aを溜めるための樹脂製の容器であり、商品名「テドラ・バッグ」、「サラン・バッグ」として市販されている。貯留部18は、容量100～500mL程度のステンレス製の容器であり、電解研磨、ポリテトラフルオロエチレン加工等の不活性化処理が内面に施されている。また、貯留部18の外周には検知管接続部181が突設されている。検知管接続部181は、ガス検知器20の検知管201を差し込んだ時のみ「開」となる弁又は栓を内蔵している。

【0027】ガス検知器20は、注射器のような構造になっており、検知管201、採取器本体202、ハンドル203等から構成されている。検知管201は、測定ガスと反応して発色する検知剤が、目盛りを付した硬質ガラス管内に充填されたものである。検知管201の両端は、使用前には塞がれているが、使用時には開口される。採取器本体202は、シリンダ状を呈しており、一端に検知管201が取り付けられている。ハンドル203の先端にはピストンが設けられており、このピストンが採取器本体202の他端に摺動自在に挿入されてい

る。検知管201の先端を測定ガス中に置いてハンドル203を引くと、測定ガスが検知管201を通して採取器本体202内に引き抜かれる。このとき、検知管201内の検知剤が測定ガスと反応することにより、検知剤に変色層が生ずる。その変色層の先端に位置する硬質ガラスの目盛りが、ガス濃度を示す。このようなガス検知器20は、例えば、商品名「直読式ガス検知器」として株式会社ガステックから販売されている。

【0028】流路切り換え部32は、主制御器321、四方弁322、三方弁323、324、圧力センサ325、326、流量制御弁327、積算流量計328等から構成されている。四方弁322、三方弁323、…、圧力センサ325、…、流量制御弁327、積算流量計328、ポンプ22及び加熱・冷却部16は、主制御器321と電気的に接続されている。主制御器321は、手動スイッチからなるもの、リレー及びタイマーからなるもの、マイクロコンピュータ及びそのプログラムからなるもの等、どのようなものでもよい。

【0029】四方弁322、三方弁323、324は、それぞれ複数のポートを有するとともに電気信号によって動作する、例えばロータリバルブである。四方弁322は、ポートX、①～③を有し、ポート①～②を接続する場合（図1）と、ポート②～Xを接続する場合（図2、図4）と、ポート①～③を接続する場合（図3）とが選択できるようになっている。三方弁323は、ポート④～⑥を有し、ポート④～⑤を接続する場合（図1、図3）と、ポート④～⑥（図2、図4）を接続する場合とが選択できるようになっている。三方弁324は、ポート⑦～⑨を有し、ポート⑦～⑧を接続する場合（図1、図2）と、ポート⑧～⑨（図3）を接続する場合と、ポート⑦～⑨（図4）を接続する場合とが選択できるようになっている。

【0030】圧力センサ325、326は、例えば、圧電素子に圧力を加えると電圧が生じる圧電効果を利用したものである。圧力センサ325は、捕集管14とポンプ22との間の配管内の圧力を検出して、その圧力値に対応する電気信号を主制御器321へ出力する。圧力センサ326は、貯留部18内の圧力を検出して、その圧力値に対応する電気信号を主制御器321へ出力する。流量制御弁327は、例えばマスフローメータ等であり、捕集管14を通過する呼吸Aの流量を一定にするとともに、その流量値を積算流量計328へ出力する。積算流量計328は、流量制御弁327から入力した流量値を積算して主制御器321へ出力する。

【0031】四方弁322のポートXには、流量調整器341が配管を介して接続されている。流量調整器341には、キャリアガスCを充填したガスボンベ342が、圧力調整弁343、手動開閉弁344等を介して接続されている。キャリアガスCとしては、ヘリウム、窒素等の不活性ガスが一般に用いられる。

【0032】なお、三方弁323及び貯留部18並びにその周辺の配管は、図示しない恒温槽に收容されている（又はリボンヒータ等によって囲繞されている）ことにより、常に一定温度に加熱されている。

【0033】図5は、呼気分析装置10における冷却・加熱部16の一例を示す構成図である。以下、図1乃至図5に基づき説明する。ただし、図5において図1乃至図4と同一部分は、同一符号を付すことにより重複説明を省略する。

【0034】捕集管14内には、呼気試料aを吸着する吸着剤141が充填されている。吸着剤141は、分析する呼気成分に応じて種類を変える。冷却・加熱部16は、捕集管14を挟持する伝熱材161と、伝熱材161を冷却又は加熱する冷却加熱手段162と、伝熱材161を囲繞する断熱材163と、冷却加熱手段162に取り付けられた放熱フィン164と、伝熱材161に埋設された熱電対165と、熱電対165及び冷却加熱手段162を介して捕集管14の温度を制御する温度制御器166と、捕集管14を装着するための継手167、168とを備えている。伝熱材161及び放熱フィン164は、アルミニウム製である。冷却加熱手段162は、例えば冷却用のペルチェ素子と加熱用の電熱ヒータとを組み合わせたものである。熱電対165は、伝熱材161すなわち捕集管14の温度Tに対応する電圧を温度制御器166へ出力する。温度制御器166は、例えば、CPU、ROM、RAM、入出力インタフェース等からなるマイクロコンピュータと、ROM等に格納された温度制御用コンピュータプログラムと、直流電圧電源とから構成される。温度制御器166の動作は、熱電対165から出力された捕集管14の温度Tが一定値T_cになるように、冷却加熱手段162を通電制御するものである。継手167、168の捕集管14と接する部分には、リング169が嵌挿されている。一定値T_cを示す電気信号は、主制御器321から温度制御器166へ出力される。

【0035】次に、呼気分析装置10の動作を、図1乃至図5に基づき説明する。以下の動作は、主制御器321に内蔵されたシーケンスプログラムにより自動的に進めることもできるし、作業者が手動で主制御器321を操作することにより進めることもできる。

【0036】〔1. 呼気の濃縮〕

【0037】まず、呼気Aを採取済みの呼気採取バッグ12をポート⑤に接続された配管に取り付ける。続いて、流路切り換え部32によって第一の呼気吸引流路24（図1）を選択し、冷却・加熱部16により捕集管14を例えば5℃に保ちつつ、ポンプ22を作動する。このとき、呼気Aは、呼気採取バッグ12→ポート⑤、④→捕集管14→ポート②、①→ポンプ22→流量制御弁327→排出と流れる。これにより、呼気Aが呼気試料aとして捕集管14に吸着される。呼気Aの流量は流量

制御弁322によって一定（例えば150mL/min）となっており、呼気Aの積算流量が所定値（例えば10L）に達するとポンプ22が停止する。又は、呼気採取バッグ12が空になったらポンプ22が停止する。

【0038】圧力センサ325で検出される圧力値は、呼気採取バッグ12に呼気Aが残留していれば-30kPa程度であり、呼気採取バッグ12が空になると-33kPa程度となる。したがって、これらの差に基づき、呼気採取バッグ12が空になったことを検出できる。

【0039】〔2. 濃縮した呼気試料の加熱脱離〕

【0040】続いて、冷却・加熱部16により捕集管14を例えば200℃に保ちつつ、流路切り換え部32によって第一のキャリアガス流路28（図2）を選択する。このとき、キャリアガスCは、流量調整器341→ポートX、②→捕集管14→ポート④、⑥→貯留部18と流れる。捕集管14から脱離した呼気試料aも、キャリアガスCとともに流れ、60℃程度に保たれた貯留部18内に貯留される。この呼気試料aに含まれる各成分は、ガス検知器20でも検出できる程度に濃縮されている。

【0041】数値例を用いて説明する。呼気中濃度が1.6ng/mL(500ppb)のペンタンを10L濃縮(10000倍濃縮)すると、 $1.6 \times 10000 = 16000\text{ng}$ 分のペンタンが吸着剤141に吸着する。続いて、流量20mL/minのキャリアガスCを流しながら、5分間加熱脱離することにより、このペントンを貯留部18に貯留する。このときの貯留部18内のペンタン濃度は、 $16000\text{ng}/100\text{mL}(50\text{ppm})$ となる。一方、前述の株式会社ガステック製のガス検知器20によれば、ペンタンの測定範囲は30~1680ppm(カタログ値)である。したがって、濃縮前は測定不可能であったペンタンは、濃縮することにより測定可能となる。

【0042】〔3. ガス検知器による分析〕

【0043】貯留部18の検知管接続部181に検知管201を差し込み、ハンドル203を引くと、貯留部18内の呼気試料aが検知管201を通して採取器本体202内に引き抜かれる。このとき、検知管201内の検知剤が呼気試料aに含まれる測定ガスと反応することにより、検知剤に変色層が生ずる。その変色層の先端に位置する硬質ガラスの目盛りによって、ガス濃度を知ることができる。

【0044】〔4. 貯留部内の呼気試料の排気〕

【0045】続いて、流路切り換え部32によって第二の呼気吸引流路26（図3）を選択し、ポンプ22を作動する。このとき、呼気試料aは、貯留部18→ポート⑨、⑧→ポート③、①→ポンプ22→流量制御弁327→排出と流れる。圧力センサ326で検出される圧力値が一定値以下になると、ポンプ22が停止する。これにより、貯留部18内に残留している呼気試料aが排出される。

【0046】〔5. 捕集管のコンデショニング〕

【0047】続いて、冷却・加熱部16により捕集管1

4を例えば250℃に保ちつつ、流路切り換え部32によって第二のキャリアガス流路30(図4)を選択してキャリアガスを流す。キャリアガスCは、流量調整器341→ポートX、②→捕集管14→ポート④、⑥→貯留部18→ポート⑨、⑦→排出と流れる。これにより、捕集管14の残留物が除去される。

【0048】〔6. 貯留部内のパージ〕

【0049】続いて、流路切り換え部32によって第二の呼気吸引流路26(図3)を選択し、ポンプ22を作動することにより、前述の〔4. 貯留部内の呼気試料の排気〕と同じ動作を行う。続いて、流路切り換え部32によって第一のキャリアガス流路28(図2)を選択する。このとき、キャリアガスCは、流量調整器341→ポートX、②→捕集管14→ポート④、⑥→貯留部18と流れる。これらの動作を複数回繰り返すことにより、新たな呼気Aの分析準備が完了する。

【0050】図6は従来の呼気分析装置と本発明の呼気分析装置との作業手順の一例を示す図表であり、図6

〔1〕が従来の呼気分析装置の場合であり、図6〔2〕が本発明の呼気分析装置の場合である。以下、この図面に

に基づき説明する。

【0051】従来の呼気分析装置は、濃縮捕集装置、濃縮分析装置(データ処理器を含む)及びコンディショニング装置とから構成されている。本発明の呼気分析装置は、これらの三種類の装置を簡素化したうえで一台で実現している。

【0052】本発明によれば、従来に比べて、捕集管脱着を皆無にできることから12min短縮でき、分析が1minで終了することから59min短縮でき、合計71min作業時間を短縮できる。

【0053】図7は従来の呼気分析装置と本発明の呼気分析装置との構成の一例を示す図表であり、図7〔1〕が従来の呼気分析装置の場合であり、図7〔2〕が本発明の呼気分析装置の場合である。以下、この図面に

に基づき説明する。

【0054】本発明では、捕集管のコンディショニングを一回の使用ごとに簡単に行えることから、一本の捕集管で多人数分の分析ができる。また、濃縮捕集装置、濃縮分析装置、データ処理器及びコンディショニング装置を簡素化したうえで一台で実現していることから、カラム、検出器、データ処理器等を不要にできるとともに、これらの装置に用いられる配管、電磁弁、ポンプ、センサ等を共用できるので、全体として部品点数が大幅に削減される。

【0055】図8は、本発明に係る呼気分析装置の第二実施形態の一部を示す構成図である。以下、この図面に

に基づき説明する。

【0056】本実施形態の呼気分析装置は、呼気Aを内部に吹き込ませた呼気採取容器として、一回の呼気採取ごとに洗浄可能とした呼気採取装置貯留容器60を用い

ている点を除き、第一実施形態と同じ構成である。したがって、第一実施形態と同じ部分は、図示及び説明を省略する。

【0057】呼気採取装置貯留容器60には、呼気排出用のポンプ62、呼気排出用の電磁弁64、分析用の電磁弁66、呼気導入用の電磁弁68、パージガス導入用の電磁弁70、圧力センサ72、呼気吐出センサ74、呼気吐出管76、パージガス用のポンプ78、副制御器80及び図示しないヒータ等が付設され、全体として呼気採取装置82を構成している。副制御器80は、例えばマイクロコンピュータであり、圧力センサ72及び呼気吐出センサ74から得られた情報及び主制御器321からの指令に基づき、内蔵したシーケンスプログラムに従って電磁弁64～70及びポンプ62の動作を制御する。

【0058】次に、呼気採取装置82の動作を説明する。

【0059】〔1. 洗浄工程〕

【0060】新たに呼気Aを採取する前に、呼気採取装置貯留容器60を洗浄する。まず、電磁弁66、68、70を閉、電磁弁64を開、ポンプ62をオンとすることにより、呼気採取装置貯留容器60の残留呼気を排気する。圧力センサ72による圧力値が陰圧(66.5kPa)程度になったら、電磁弁64を閉、ポンプ62をオフとする。続いて、呼気採取装置貯留容器60を60℃程度に加熱し、電磁弁70を開とすることにより、パージガスで呼気採取装置貯留容器60内をパージする。圧力センサ72による圧力値が陽圧(100.1kPa)程度になったら、電磁弁70を閉とする。続いて、電磁弁64を開、ポンプ62をオンとすることにより、呼気採取装置貯留容器60の残留パージガスを排気する。以上の、呼気採取装置貯留容器60内にパージガスを導入して、このパージガス排気する動作を数回繰り返すことにより、呼気採取の準備が完了する。この状態で、呼気採取装置貯留容器60の圧力値は陰圧(66.5kPa)程度であり、その温度は40℃程度である。

【0061】〔2. 呼気採取工程〕

【0062】被験者Mが呼気吐出管76から呼気Aを吹き込むと、呼気吐出センサ74がこれを検知することにより、電磁弁68が開となる。これにより、呼気採取装置貯留容器60内に呼気Aが貯留される。呼気Aの採取量が500mLを越える場合は、複数回の息の吹き込みが必要となる。この場合に被験者Mが息継ぎをすると、呼気吐出センサ74がこれを検知することにより、電磁弁68が閉となる。これにより、呼気採取装置貯留容器60の呼気Aの漏出及び外気の混入を防いでいる。

【0063】〔3. 分析工程〕

【0064】図1乃至図5に示す第一実施形態において呼気採取バッグ14を呼気採取装置貯留容器60に置き換えれば、同一の手順により行われる。本実施形態によ

れば、一回の呼気採取ごとに洗浄可能としたことにより、使い捨ての呼気採取バック 14 と異なり、呼気採取装置貯留容器 60 を何回でも使用できる。

【0065】なお、上記第一及び第二実施形態は、いうまでもなく一例にすぎず、本発明を限定するものではない。例えば、四方弁 322、三方弁 323、324 は、ロータリバルブではなく、単純な電磁弁の切り換えにより流路を切り換えるものとしてもよい。四方弁 322、三方弁 323、324 の各ポートと各配管との接続は、第一及び第二の呼気吸引流路 24、26 並びに第一及び第二のキャリアガス流路 28、30 の前述した機能が実現できれば、どのような組み合わせにしてもよい。

【0066】

【発明の効果】請求項 1 乃至 3 記載の呼気分析装置によれば、捕集管内に濃縮捕集された呼気試料を冷却・加熱部で脱離させ、この呼気試料をキャリアガスによって貯留部に貯留するようにしたので、呼気中にわずかしが含まれていないペンタン等の低濃度成分でもガス検知器で十分に分析することができる。しかも、呼気採取容器内の呼気を捕集管を通してポンプで吸引する呼気吸引流路と、キャリアガスを捕集管を通過させて貯留部に充填させるキャリアガス流路と、これらの流路の中から任意の少なくとも一つを選択可能とした流路切り換え部とを備えたことにより、濃縮捕集及び濃縮分析を一台で行うことができる。したがって、装置全体としての小型化及び低価格化を達成できるとともに、濃縮捕集及び濃縮分析のすべての工程を各流路の切り換えのみで自動的に実行することができるので、操作性及び利便性を向上できる。

【0067】これに加え、次の効果を奏する。

【0068】イ) 濃縮捕集工程と濃縮分析工程とが同一装置で行われることにより、捕集管の脱着を不要にできるので、作業時間を短縮できる。

【0069】ロ) 捕集管のコンディショニングを一回の使用ごとに簡単に行えることから、一本の捕集管で多数分の分析ができる。したがって、捕集管に要する費用を削減できるとともに、吸着剤の充填状態に起因するノイズも生じないので、分析精度を向上できる。

【0070】ハ) ガスクロマトグラフィーの代わりにガス検知器を用いることにより、カラム、恒温槽、検出器、データ処理器等を不要にできる。したがって、装置の小型化及び低価格化を達成できる。また、装置が小型化することにより、可搬性を向上できる。さらに、ガス検知器は取り扱いが簡単でしかも検知管が使い捨てであることから、作業の短時間化及び作業の単純化を達成できるので、作業性を向上できる。

【0071】請求項 2 記載の呼気分析装置によれば、更に、貯留部内の呼気試料をポンプで吸引する呼気吸引流路と、キャリアガスを捕集管を通過させて更に貯留部を通過させるキャリアガス流路とを備えたことにより、貯

留部内の呼気試料の排気、捕集管のコンディショニング及び貯留部内のパージ等を簡単かつ自動的に行うことができるので、より一層操作性及び利便性を向上できる。

【0072】請求項 3 記載の呼気分析装置によれば、一回の呼気採取ごとに洗浄可能とした呼気採取装置貯留容器を用いることにより、何回でも呼気採取容器を使用できる。したがって、自動化が困難な呼気採取容器の着脱作業を不要にできるので作業性を向上できるとともに、呼気採取容器に要する費用を削減できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る呼気分析装置の第一実施形態を示す構成図であり、第一の呼気吸引流路に切り換えた状態を示している。

【図 2】本発明に係る呼気分析装置の第一実施形態を示す構成図であり、第一のキャリアガス流路に切り換えた状態を示している。

【図 3】本発明に係る呼気分析装置の第一実施形態を示す構成図であり、第二の呼気吸引流路に切り換えた状態を示している。

【図 4】本発明に係る呼気分析装置の第一実施形態を示す構成図であり、第二のキャリアガス流路に切り換えた状態を示している。

【図 5】図 1 の呼気分析装置における冷却・加熱部の一例を示す構成図である。

【図 6】従来の呼気分析装置と本発明の呼気分析装置との作業手順の一例を示す図表であり、図 6〔1〕が従来の呼気分析装置の場合であり、図 6〔2〕が本発明の呼気分析装置の場合である。

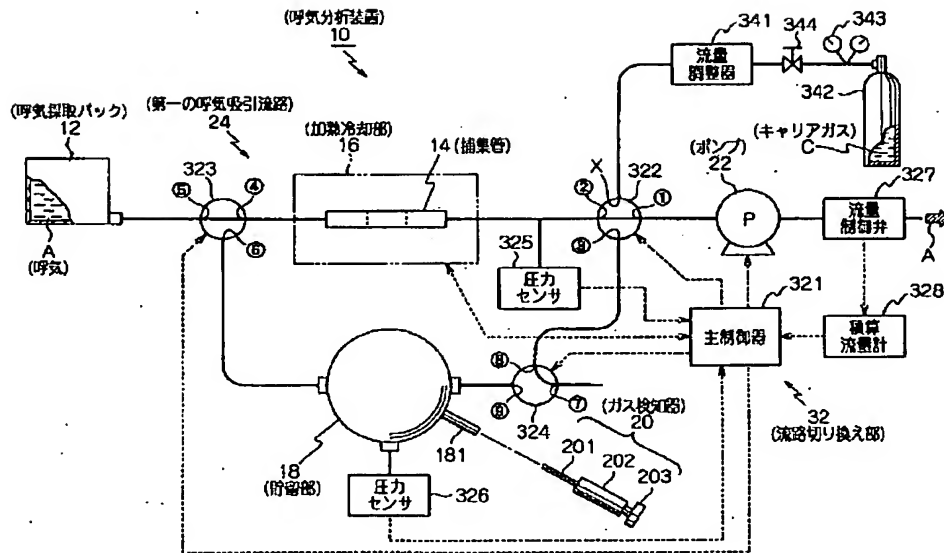
【図 7】従来の呼気分析装置と本発明の呼気分析装置との構成の一例を示す図表であり、図 7〔1〕が従来の呼気分析装置の場合であり、図 7〔2〕が本発明の呼気分析装置の場合である。

【図 8】本発明に係る呼気分析装置の第二実施形態の一部を示す構成図である。

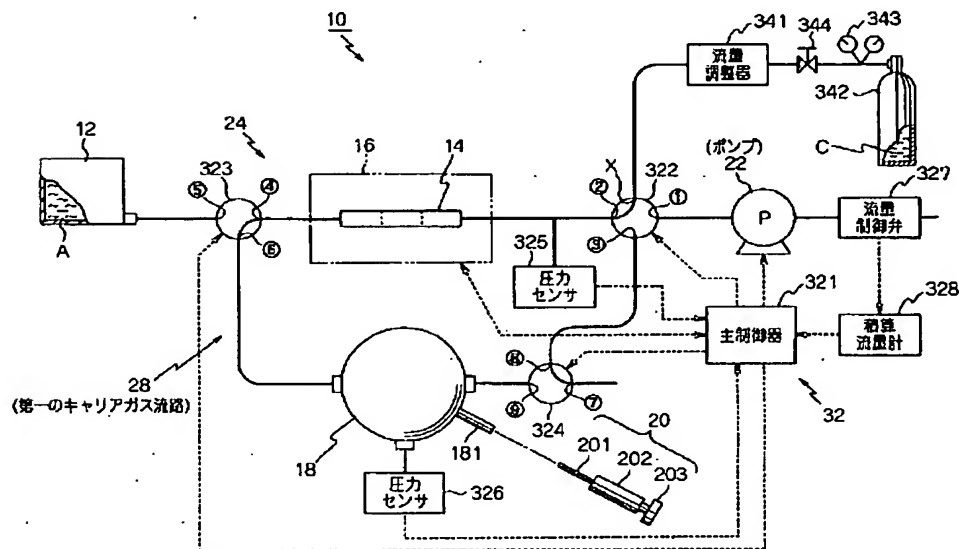
【符号の説明】

- 10 呼気分析装置
- 12 呼気採取バッグ (呼気採取容器)
- 14 捕集管
- 16 冷却・加熱部
- 20 ガス検知器
- 22 ポンプ
- 24 第一の呼気吸引流路
- 26 第二の呼気吸引流路
- 28 第一のキャリアガス流路
- 30 第二のキャリアガス流路
- 32 流路切り換え部
- 60 呼気採取装置貯留容器 (呼気採取容器)
- A 呼気
- a 呼気試料
- C キャリアガス

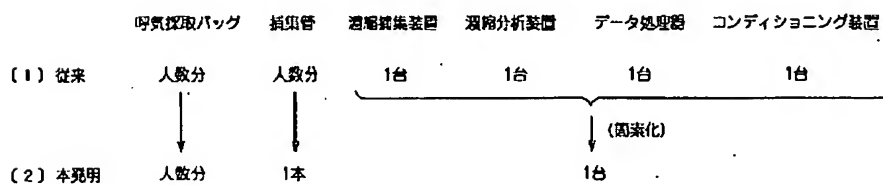
【図 1】



【図 2】

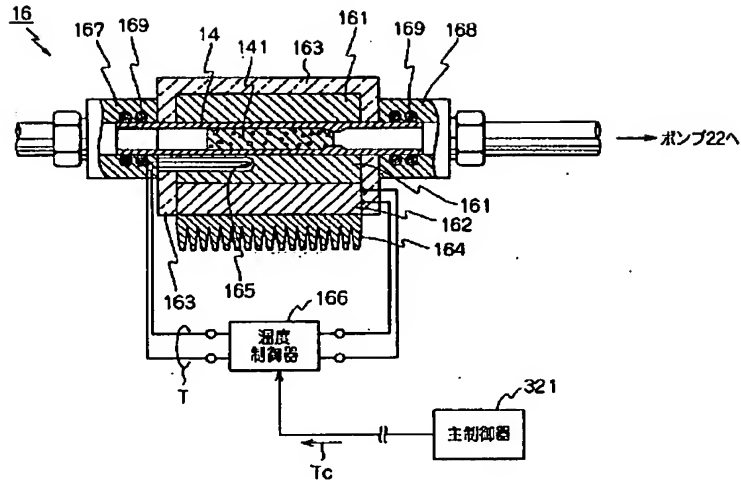


【図 7】

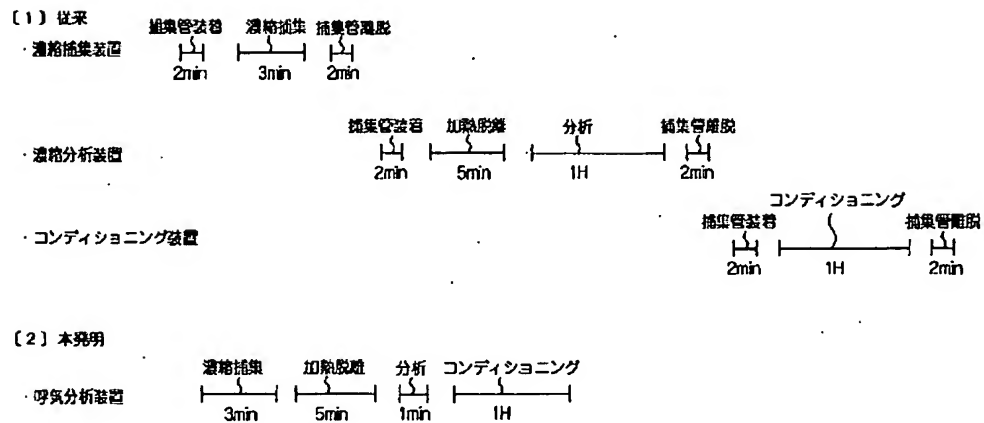


[illegible]

【図5】



【図6】



【図8】

